

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  <b>A62C 3/02</b>	<b>A2</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 97/06858</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. Februar 1997 (27.02.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE96/01510</b>  (22) Internationales Anmeldedatum: 13. August 1996 (13.08.96)  (30) Prioritätsdaten: 195 29 868.3        14. August 1995 (14.08.95)        DE  (71)(72) Anmelder und Erfinder: <b>ROSENSTOCK, Winfried</b> [DE/DE]; Scharnhorststrasse 32, D-31675 Bückeburg (DE).  (74) Anwalt: <b>EIKENBERG, Kurt-Rudolf</b> ; Schackstrasse 1, D-30175 Hannover (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, ARIPO Patent (KE, LS, MW, SD, SZ, UG), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>	

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR FIGHTING FIRES FROM THE AIR

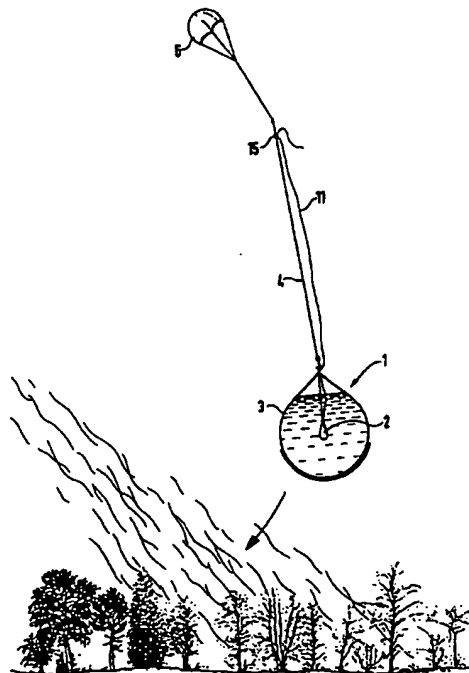
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BRANDBEKÄMPFUNG AUS DER LUFT

(57) Abstract

A container with a wall capable of bursting (in particular a drop-shaped or bubble-shaped bag made of a thin plastic film) and filled with extinguishing water is used to fight fires from the air, in particular forest fires. A bursting charge with a fuse is arranged inside the extinguishing water. The bag is brought to the fire source by a helicopter. The bursting charge is then ignited closely above the fire source, spraying the extinguishing water into a misty cloud of microscopic droplets that abruptly extinguishes the fire source. The bag is preferably dropped by the helicopter at a higher level above the fire source and the bursting charge is ignited during its free fall shortly before the bag hits the fire source, either by remote radio control or by means of a time fuse that can be adjusted to a predetermined height. The time fuse may be activated at the same time as the bursting bag is dropped from the helicopter by an igniting source located in the helicopter and linked to the time fuse by an igniting cable that is detachable from the helicopter.

(57) Zusammenfassung

Zur Brandbekämpfung aus der Luft, insbesondere bei Waldbränden, ist ein mit Löschwasser gefülltes Behältnis mit zerplatzbarer Wandung (z.B. ein tropfen- oder blasenförmiger Sack aus dünnwandigem Kunststoff) vorgesehen, in dem innerhalb des Löschwassers eine Sprengladung mit Zünder angeordnet ist. Dieser Sack wird von einem Hubschrauber zum Brandherd gebracht. Dicht oberhalb des Brandherdes wird dann die Sprengladung gezündet, wodurch das Löschwasser zu einem wolkenartigen Nebel aus mikroskopischen Tröpfchen zerstäubt wird, welcher den Brandherd schlagartig ablöscht. Bevorzugt wird der Sack von dem Hubschrauber aus weiter oberhalb des Brandherdes abgeworfen, und die Sprengladung wird während des freien Falls kurz oberhalb des Brandherdes gezündet. Dies geschieht entweder durch Fernzündung per Funk oder mit Hilfe eines auf eine vorbestimmte Fallhöhe einstellbaren Verzögerungszünders, der über ein vom Hubschrauber abtrennbares Zündkabel mit einer Zündquelle im Hubschrauber verbunden und simultan mit dem Abwurf des Sprengsacks aktivierbar ist.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LX	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

### Verfahren und Vorrichtung zur Brandbekämpfung aus der Luft

In den letzten Jahren ist kontinuierlich eine Zunahme der weltweit registrierten Wald- und Flächenbrände zu verzeichnen. Gleichzeitig mit diesem Trend nimmt die Größe der zerstörten Fläche pro Brand stetig zu. Betroffen davon sind vor allem Regionen auf der Nordhalbkugel der Erde, insbesondere die borealen Nadelwälder Kanadas und die Tundren der eurasischen Landmasse, weniger ausgeprägt die Pinienbestände im mediterranen Bereich. Das globale, schädliche Emissionsaufkommen durch Waldbrände wird mittlerweile auf etwa 50 % des Gesamtaufkommens geschätzt.

Die gängigen Bekämpfungsmethoden von Großbränden, vor allem Waldbränden, die einen stark chaotischen Charakter aufweisen und sich mit hoher Geschwindigkeit frontartig ausbreiten, reichen bis heute nicht aus, um die entsprechenden Brände schnell und vollständig zu löschen. Waldbrände können im günstigsten Fall bisher lediglich eingedämmt werden. Die Gründe dafür sind äußerst vielschichtig. So erfolgt die bodengebundene Bekämpfung der Großbrände im Prinzip mit der gleichen Ausrüstung und auf die gleiche Art und Weise wie ein Löscheinsatz an Gebäuden innerhalb eines infrastrukturell vollständig erschlossenen Wohngebietes. Bei Waldbränden ist jedoch im Regelfall weder von

- 2 -

einer ausreichenden Wasserversorgung noch von genügend vielen und ausreichend ausgebauten Anfahrtswegen für die Löschfahrzeuge auszugehen. Letzterer Mangel geht häufig auch einher mit allgemeiner Unzugänglichkeit des Brandherdes und bedingt in jedem Fall eine nur punktuell mögliche Vorgehensweise gegen den frontartigen Brand und verhindert dessen vollständige Löschung.

Die seit längerer Zeit ausgebildete Brandbekämpfung aus der Luft verbessert zwar die Zugänglichkeit des Brandherdes, hat aber bisher nicht zu entscheidenden Fortschritten beigetragen. Das Abregnen oder Abwerfen von Wasser aus der Luft mittels Flugzeugen oder Hubschraubern hat sich trotz hoher finanzieller Aufwendungen als wenig effizient erwiesen, weil diese Art der Bekämpfung zum einen nur äußerst punktuell erfolgt und zum anderen mit einer sehr ausgeprägten Zielungenauigkeit beim Abwurf verbunden ist. Durch die starke Rauchentwicklung und Turbulenzen kommt es überdies laufend zu Behinderungen beim Lufteinsatz, was eine genügende Annäherung an das Feuer aus der Luft und damit in vielen Fällen einen Löschersfolg unmöglich macht.

Ein grundlegendes Problem, das sich angesichts der Wasserknappheit bei der Waldbrandbekämpfung besonders nachteilig auswirkt, ist die mangelhafte Effizienz des Löschwasser-Einsatzes, denn nach den bisher gebräuchlichen Methoden entfalten nur etwa 10 % des Löschwassers auch brandlöschende Wirkung. Ein Großteil des eingesetzten Wassers versickert ungenutzt im Erdreich oder verbleibt in Form von großen Lachen unzugänglich für jeden weiteren Löscheinsatz auf dem Boden zurück. Das betrifft sowohl den Einsatz von Luftunterstützung wie auch den von Löschfahrzeugen.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Brandbekämpfung aus der Luft dahingehend zu verbessern, daß sowohl eine wesentlich höhere Löschwirkung des eingesetzten Wassers als auch eine erhebliche Vergrößerung der bei einem solchen einmaligen Lufteinsatz gelöschten Brandfläche erreicht wird, eingehend mit einer immanent verbesserten Zielgenauigkeit und der Möglichkeit, dem beim Lufteinsatz benötigten Löschpersonal einen maximalen Sicherheitsstandard zu gewährleisten.

Diese Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren gelöst, indem das Löschwasser mittels Luftfahrzeugen, vorzugsweise Hubschraubern, dadurch in den Brandherd eingebracht wird, daß es kurz oberhalb des Brandherdes durch

- 3 -

Sprengung zu einem wolkenartigen Nebel aus mikroskopischen Tröpfchen zerstäubt wird. Die Praktisierung dieses Verfahrens erfolgt vorzugsweise derart, daß ein mit dem Löschwasser gefülltes Behältnis mit zerplatzbarer Wandung, in dem innerhalb des Löschwassers eine Sprengladung mit Zünder angeordnet ist, kurz oberhalb des Brandherdes zersprengt wird. Das Behältnis ist dabei vorzugsweise ein tropfenförmiger oder blasenförmiger Sack aus Kunststoff, der nachfolgend auch als "Sprengsack" bezeichnet wird.

Der Sprengsack kann mittels des Hubschraubers an einem langen Halteseil hängend an den Sprengort kurz oberhalb des Brandherdes gebracht und dann gezündet werden. Dabei wird er allerdings verhältnismäßig lange Zeit der Brandhitze ausgesetzt, mit der Gefahr, daß er beschädigt werden kann und schon vor der Zündung das Wasser verliert. Auch können grundsätzliche sicherheitstechnische Vorschriften der Sprengung einer am Hubschrauber hängenden Last entgegenstehen. Es ist deshalb empfehlenswerter, den mit dem Halteseil am Hubschrauber hängenden Sprengsack in einer sicheren Position weit oberhalb des Brandherdes vom Hubschrauber abzukoppeln, im freien Fall in Richtung Brandherd fallen zu lassen und dann kurz oberhalb des Brandherdes zu zünden.

Durch die Erfindung wird die luftgebundene Brandbekämpfung auf eine völlig neuartige Basis gestellt. Im Gegensatz zu allen bekannten Verfahren, bei denen das Löschwasser letztlich "als Masse" in den Brandherd eingebracht wird, erfolgt bei der Erfindung das Einbringen des Löschwassers in feinstverteilter Form. Durch Zündung der Sprengladung entstehen innerhalb des homogenen Mediums Wasser im Sprengsack hohe Drücke (z.B. von mehreren tausend Bar), durch die der Sprengsack zerplatzt und das Wasser impulsartig in mikroskopisch feinen Tröpfchen mit hoher Anfangsgeschwindigkeit (z.B. von über 5000 m/s) in die Umgebung geschleudert wird. Durch Dissipation der bei der Sprengung gebildeten Druckwelle, durch den Luftwiderstand und ggfs. durch den Aufprall auf in der Umgebung des Detonationsortes befindliche Hindernisse werden diese Tröpfchen nach kurzer Zeit abgebremst, so daß sich ein vollständig eingenebelter Löschbereich bildet, in dessen Zentrum sich der Sprengsack befand. Wegen der ungeheuer großen Zahl kleinster Wassertröpfchen und der damit verbundenen enorm großen Gesamtoberfläche dieser Tröpfchen in direkter Umgebung der brennenden Stoffe findet dann ein sofortiger, d.h. bereits in wenigen Bruchteilen einer Sekunde vollständig ablaufender Wärmeübergang zwischen den dabei verdampfenden Wassertröpfchen und dem Feuer statt. Das Aufheizen der Wasser-

tröpfchen auf ihre Siedetemperatur, der hohe Verdampfungswärme verbrauchende Siedevorgang und das weitere Aufheizen des entstandenen Wasserdampfes entziehen der brennenden Umgebung so hohe Energiemengen, daß die Temperatur schlagartig um mehrere hundert Grad sinkt. Zusätzlich wird ein beträchtlicher Anteil des zunächst noch in der Detonationsumgebung vorhandenen Luftsauerstoffs von den entstehenden Wasserdampfmengen aus dem Löschbereich verdrängt.

Die resultierende Sauerstoffarmut in der Löschwolke hat eine erstickende Wirkung auf den Brand. Da die Temperatur im Bereich des schlagartig vernebelten Brandes gleichzeitig auf einen vergleichsweise niedrigen Wert gezwungen wird, wird dort die Bildung brennbarer Dämpfe, etwa aus ätherischen Ölen, Harzen oder sonstigen Ausgasungen des Holzes, nahezu zum Stillstand gebracht und die Zündtemperatur zum (Rück-)Zünden dieser Dämpfe oder brennbarer organischer Materialien (Holz) unterschritten. Gemeinsam führt dies zu einem spontanen Löscherfolg, der es bodengebundenem Löschpersonal ermöglicht, den gelöschten Brandherd zu betreten und Nachlöscharbeiten auszuführen, beispielsweise verbliebene Brandnester mit Feuerpatschen auszuschlagen.

Um die ausgezeichnete Löscheffizienz des erfindungsgemäßen Verfahrens zu veranschaulichen, sei folgendes Rechenbeispiel angeführt:

Geht man von der Verwendung eines 1000 l Wasser fassenden Sprengsacks aus und dosiert die Sprengladung derart, daß sich nach erfolgter Detonation im Zentrum des Sacks eine Wasserwolke mit einem Radius zwischen 20 und 30 m ausbildet, so besitzt diese Wolke ein Volumen von 33.500 bis ca. 113.000 m<sup>3</sup>. Die Verdampfungswärme von Wasser beträgt 539 kcal/kg, für 1000 l Wasser ergibt das eine Verdampfungswärme von etwa 2.256.000 KW/s. Zur Löschung eines 100 m langen, 6 m breiten und 6 m hohen brennenden Stangenwaldes wurde ein schlagartig zu erfolgreicher Entzug einer Wärmemenge von 100 KW/s berechnet. Dies entspricht ungefähr 0,17 KJ/m<sup>2</sup>. Eine Wasserwolke von 30 m Radius benetzt eine Bodenfläche von etwa 2.800 m<sup>2</sup>, was einer mittleren für die Verdampfung des Wassers benötigten Verdampfungswärme von etwa 789 KJ/m<sup>2</sup> entspricht. Es ist daher von einem überproportional großen Überschuß an aufnehmbarer Wärmemenge durch das feinerstäubte Wasser auszugehen, was zu einer schlagartigen Löschung von fast 3000 m<sup>2</sup> brennenden Waldes führt, wenn man zusätzlich bedenkt, daß auch zum Aufheizen des Wasser auf Siedetemperatur Wärme benötigt wird. Eine dermaßen große Löscheffizienz ist bisher nicht bekannt.

- 5 -

Eine Gefährdung von Mensch und Material ist bei geeigneter Handhabung des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht zu befürchten. Zur Zerstäubung der in dem Rechenbeispiel angenommenen Menge von 1000 l Wasser werden 3 kg eines hochbrisanten und hochdosierten Sprengstoffs benötigt, wobei unter "hochbrisant" allgemein eine Sprengladung verstanden wird, die eine Detonationswelle mit einer Ausbreitungsgeschwindigkeit von über 5000 Meter pro Sekunde erzeugt, und eine "hochdosierte" Sprengladung dann vorliegt, wenn mehr als zwei Kilogramm Sprengstoff pro 1000 l Wasser eingesetzt werden. Der Detonationsdruck einer solchen Sprengladung dissipiert so stark, daß er in 30 m Entfernung vom Detonationsort lediglich noch etwa 0,063 kp/cm<sup>2</sup> beträgt. Damit kann eine Gefährdung des Hubschraubers und seiner Besatzung ausgeschlossen werden. Zur Veranschaulichung dieses geringen Detonationsdruckes sei erwähnt, daß ein in 10 m Abstand vom Detonationsort aufrecht stehender Mensch nur das Empfinden einer starken Regenböe hat und nicht zu Boden geworfen oder gar verletzt wird.

Vorzugsweise wird für die Sprengladung ein hochbrisanter moderner Sprengstoff eingesetzt, der wasserbeständig, fast unbegrenzt lagerfähig und kaum brennbar ist. Letztere Eigenschaft ist wichtig für den Einsatz in unmittelbarer Nähe des Brandes. Derartige, moderne Sprengstoffe vertragen zudem starke mechanische Einwirkungen und sind damit auch im rauen Betrieb gegen Schläge und Stöße unempfindlich. Zudem besitzen sie eine gute Handhabungssicherheit, so daß die Gefahr von Unfällen durch unbeabsichtigtes, frühzeitiges Zünden nahezu auszuschließen ist. In einem Versuch wurde ein mit 1000 l Wasser gefüllter und mit 3 kg einer solchen hochbrisanten Sprengladung versehener Sprengsack aus einer Höhe von 150 m von einem Hubschrauber aus ohne vorhergehende Aktivierung des Zünders auf den Boden fallen lassen, ohne daß der Sprengstoff beim Aufprall detonierte. Eine Gefährdung für Löschpersonal und Umwelt ist bei einem solchen ungewollten, frühzeitigen Ausklinken des Sprengsacks also mit Sicherheit vermieden.

Die enorm hohe Löscheffizienz, die mit hohem Sicherheitsstandard für Mensch und Material versehene Durchführung der Löschaktion, sowie die Möglichkeit des sehr zielgenauen Einsatzes des Löschmediums sind nicht die einzigen Vorteile, die das erfindungsgemäße Verfahren bietet.

Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei der Bekämpfung von Wald- und Flächenbränden ist ökologisch unbedenklich. Der Löscheinsatz hinter-

- 6 -

läßt kaum Spuren, dagegen ist aufgrund der hohen Löscheffizienz die bei keinem Wald- oder Flächenbrand vollständig vermeidbare Zerstörung biologischer Substanz auf ein Minimum reduziert. Eine zusätzliche Beeinträchtigung des Öko-Systems, wie beispielsweise durch Bodenverwundung beim Einsatz von Bodensprengkörpern, findet nicht statt.

Der oft vor Ort auftretenden Wasserknappheit und der häufig vorhandenen Unbegehrbarkeit des Brandortes, verbunden mit der mangelnden Infrastruktur in Waldgebieten, wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren optimal entgegengetreten. Die Aufnahme der wassergefüllten Sprengsäcke kann wegen der großen Mobilität und Geschwindigkeit der eingesetzten Hubschrauber in erheblicher Entfernung vom Brandort, an natürliche Wasservorkommen enthaltenden oder an für Tanklöschfahrzeuge gut erreichbaren Orten, vorgenommen werden. Zusätzlich entfallen die bisher nötigen Befüllungszeiten von Hubschraubertanks mit Wasser, wobei der Hubschrauber bisher immer erst zur Landung gezwungen war. Beim erfindungsgemäßen Verfahren reicht es aus, wenn der Hubschrauber auf eine ausreichende Höhe herunterfliegt, um den Sprengsack am Hubschrauber anhängen zu können. Die Bestückung der Sprengsäcke mit Löschwasser, Sprengladung, Zünder und Halteseil, sowie die Einstellung des Zünders können bei Abwesenheit des Hubschraubers "auf Vorrat" und in sicherer Entfernung vom Brandort gemacht werden, so daß sich zum einen die Zeit für einen Einsatz auf die reine Flugzeit und die sehr kurze Bestückungsdauer beschränkt, zum anderen maximale Sicherheit für die am Boden arbeitenden Feuerwehrleute gewährleistet ist.

Die schnelle, problemlose Beladung des Hubschraubers mit einem Sprengsack wirkt sich bei Waldbränden, für die eine sich über größere Längen erstreckende, verhältnismäßig schmale Feuerfront typisch ist, besonders vorteilhaft aus. Es kann nämlich bereits ein einzelner Hubschrauber in kurzem Takt die Feuerfront abschnittsweise der Länge nach wirkungsvoll ablöschen. Noch schneller geht es natürlich, wenn zwei oder mehr Hubschrauber ein abschnittsweises Ablöschen im rollenden, d.h. aufeinanderfolgenden Einsatz besorgen. Alternativ können auch zwei oder mehr Hubschrauber im Abstand einer Wirkungsbreite gleichzeitig ihre Löschlast abwerfen und zur Detonation bringen, vorzugsweise koordiniert über Funk, wobei unter einer Wirkungsbreite der mittlere Durchmesser der bei der Sprengung entstehenden Löschwolke verstanden wird.

Die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens beschränkt sich nicht nur



- 7 -

auf Wald- und Flächenbrände, sondern kann bei allen erdenklichen, aus der Luft bekämpfbaren Brände erfolgen. Wegen der sehr hohen Löscheffizienz und des großen Sicherheitsstandards des Verfahrens ist ein Einsatz besonders vorteilhaft bei sehr gefährlichen und schwer löschraren Bränden. Dies können z.B. Brände von Treibstofftanks, Ölturmbrände oder auftretende Brände bei Flugzeughavarien sein, ohne die Anwendung der Erfindung auf diese Fälle beschränken zu wollen. Es empfiehlt sich dabei, für den jeweiligen Löscheinsatz eine Wassermenge von 500 l (Buschfeuer, Gebäude, Lagerhallen), 1000 l (Waldbrände) bzw. 2000 l (Tank-, Raffinerie-, Bohrinselfrände) einzusetzen.

Das zum Löschen eingesetzte Wasser muß kein reines Wasser sein, sondern kann auch Retarder enthalten. Dabei handelt es sich um chemische Substanzen, die das Zünden brennbarer fester Materialien hemmen oder zumindest verzögern und die bei Sprengung des Löschsacks zusammen mit dem Wasser in das Brandgut gebracht werden. Ein späteres Rückzünden des schlagartig gelöschten Brandguts durch möglicherweise noch vorhandene Glutnester wird bei Anwesenheit eines Retarders zumindest unwahrscheinlicher. Verschiedene Retardertypen sind bekannt und wirken je nach Zusammensetzung in unterschiedlicher Art und Weise. Retarder auf Salzbasis bilden eine Kruste auf dem Brandgut, die einerseits dessen Ausgasung hemmt und andererseits dem in der Umgebungsluft befindlichen Sauerstoff den Zugang zum Brandgut verwehrt. Andere Retarder saugen ähnlich einem Geliermittel große Mengen an Wasser auf und speichern es. An einem Brandgut, das mit derartigen Wasserspeichern fein überzogen ist, "läuft sich das Feuer tot". Allerdings sind speziell bei Waldbränden solche Retarder normalerweise nicht erforderlich und wegen der zwangsläufig damit einhergehenden Bodenverschmutzung auch nicht empfehlenswert. Bei anderen Bränden können sie sich aber durchaus positiv auswirken.

Nachfolgend wird die Erfindung in Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen

- Fig. 1      schematisch einen an einem Hubschrauber hängenden Sprengsack
- Fig. 2      schematisch den Abwurf des Sprengsacks auf einen Brandherd
- Fig. 3      schematisch die Auslösung einer Löschwolke, und
- Fig. 4      ein Beispiel für eine Zündeinrichtung.

- 8 -

In den Fig. 1 - 3 ist schematisch der Ablauf eines Löschangriffs auf die Flammenfront eines Waldbrandes veranschaulicht. Am Lasthaken 7 eines Hubschraubers 10 (Fig. 1) ist mittels eines Halteseils 4 aus Kunststoff (z.B. Nylon) oder Stahl, dessen Länge 3 - 50 m betragen kann, ein wassergefüllter tropfenförmiger Sprengsack 1 angehängt. Der Sprengsack hat ein Fassungsvermögen von rund 1000 l Wasser und besteht aus dünnwandigem Kunststoff (z.B. Polypropylen), dessen Wandstärke zum Tragen des Wassers ausreicht, aber gering genug ist, um bei Sprengung zu zerplatzen.

Innerhalb des Wassers 3 im Sprengsack, und zwar vorzugsweise mittig, befindet sich eine mit einem Verzögerungszünder versehene Sprengladung 2, die zweckmäßig entsprechend dem Sprengsack ebenfalls tropfenförmig oder blasenförmig ausgeformt ist und von einem kurzen Seil 5 in Position gehalten wird. Die untere, dem Brand zugewandte Seite des Sprengsacks kann mit einer Wärmestrahlung reflektierenden Hitzeschutzschicht 8, z.B. einer Aluminiumfolie versehen sein, die verhindern soll, daß bei zu großer Hitzeeinwirkung durch den Brand der Sprengsack lokal zerstört wird und dabei das Löschwasser zu einem großen Teil für die Einwirkung der nachfolgenden Detonation verloren geht.

Das Halteseil 4 kann unterschiedlich so ausgebildet sein, daß es entweder zusammen mit dem Sprengsack 1 abgeworfen wird oder am Hubschrauber verbleibt. Im Beispiel der Fig. 1 und 2 ist angenommen, daß das Halteseil vom Lasthaken 7 gelöst und zusammen mit dem Sprengsack abgeworfen wird. In diesem Fall sollte es am oberen, am Lasthaken befindlichen Ende mit einer gespleisten Klausche versehen sein, um ein Verdrehen des Halteseils unter Last am Lasthaken des Hubschraubers zu verhindern, denn das könnte evtl. ein Abwerfen vom Haken behindern. Keinesfalls sollte über einen Schäkel am Haken selbst die Last aufgenommen werden, da der relativ schwere Schäkel nach dem Ablösen vom Haken den Sprengsack im freien Fall überholt und so eine unerwünschte Drehung des letzteren um 180° bewirkt. Zur noch besseren Stabilisierung während des Fallens ist es ratsam, unmittelbar unterhalb des oberen Endes ein oder zwei kleine Bremsfallschirme 6 am Halteseil zu fixieren (Fig. 2), die so bemessen sind, daß sie nicht die Fallbewegung des Sprengsacks bremsen, sondern nur das Halteseil während des Fallens daran hindern, den Sprengsack in seiner Lage zu destabilisieren.

Alternativ kann das Halteseil 4 aber auch an seinem unteren Ende mit ei-

- 9 -

dem (nur schematisch angedeuteten) ferngesteuerten Lasthaken 18 versehen sein, der es erlaubt, den Sprengsack vom Hubschrauber aus vom Halteseil zu lösen und für sich allein abzuwerfen. Dadurch verbleibt das Halteseil am Hubschrauber und steht für erneute Einsätze zur Verfügung. Vom Hubschrauber aus ferngesteuerte Lasthaken sind bekannt und kommen beispielsweise in der Forstwirtschaft bei der Wildfütterung zum Einsatz.

Wenn der Hubschrauber den Brandort erreicht und den Sprengsack in einer vorher festgelegten Höhe oberhalb des Brandherdes platziert hat, wird der Sprengsack (mit oder ohne Halteseil) abgeworfen und bewegt sich im freien Fall in Richtung auf den Brandherd (Fig. 2). Sobald er dabei eine Höhe kurz oberhalb des Brandherdes (z.B. einige Meter oberhalb der Baumwipfel) erreicht hat, wird die Sprengung ausgelöst. Dies kann durch Fernzündung geschehen, die von dem Lasthubschrauber 10 oder einem besonderen Feuerleithubschrauber oder einer bodengebundenen Beobachtungsstation aus per Funksignal ausgelöst wird. Da die Fernzündung in Anbetracht der großen Fallgeschwindigkeit des Sprengsacks hohe Konzentration und Reaktionsfähigkeit der Bedienungsperson erfordert, ist es allgemein zweckmäßiger, die Zündung der Sprengladung im Sprengsack mittels eines Verzögerungszünders zu bewirken, der simultan mit dem Abwurf des Sprengsacks aktiviert wird und eine vorbestimmte Zeit nach dem Abwurf, wenn sich der Sprengsack in der gewünschten Höhe oberhalb des Brandherdes befindet, die Sprengladung zündet.

Vorzugsweise werden dabei Verzögerungszünder mit zweifacher Sicherheit verwendet, um den luftfahrtrechtlichen Sicherheitsvorschriften gerecht zu werden. Diese heute fabriktechnisch hergestellten U-Sprengzünder besitzen Toleranzen von nur wenigen Millisekunden, so daß sowohl die erforderliche Abwurfhöhe für die Sprengladung sehr genau errechnet werden kann als auch eine maximale Sicherheit für das Lufteinsatzpersonal gegeben ist. Als gut geeignet hat sich beispielsweise ein Zünder erwiesen, der in bis zu 18 Intervallen von jeweils 250 Millisekunden eingestellt werden kann, so daß Fallzeiten bis zur Detonation nach der Aktivierung des Zünders von 0,25 bis 4,5 Sekunden vorgegeben werden können, was bei Vernachlässigung des Luftwiderstandes einer Fallhöhe von einem halben Meter bis zu knapp einhundert Metern entspricht. Die Höhe des Hubschraubers über dem Detonationsort im Augenblick des Abwurfs des Sprengsacks setzt sich aus diesem Fallweg plus der Länge des Halteseils zusammen.

- 10 -

In Fig. 4 ist ein Beispiel für eine sicherheitstechnisch besonders akzeptable Auslösung des Verzögerungszünders dargestellt. Vom Verzögerungszünder aus ist ein zweiadriges Zündkabel 11 aus dem Sprengsack 1 heraus am Halteseil 4 entlang bis vor den Boden des Hubschraubers 10 geführt. Das Zündkabel ist dort über eine Steckverbindung 12, z.B. bestehend aus einem Flachstecker (am Ende des Zündkabels) und einer Flachsteckdose (fest fixiert am Boden des Hubschraubers) mit einer im Hubschrauber befindlichen, als Zündquelle dienenden Gleichspannungsquelle 17 verbunden. In der Leitung zwischen Flachsteckdose und Zündquelle ist ein Kippschalter 13 angeordnet. Das Zündkabel ist nach relativ kurzer Distanz etwas unterhalb des Flachsteckers mit einem weiteren Schalter 16 versehen, der zwei Kontaktfedern enthält, die durch einen Plastikflachkeil voneinander getrennt sind und durch Entfernen des Plastikflachkeils miteinander zum Kontakt kommen. Der Plastikflachkeil, der mittels eines kurzen Zugseiles 14 in den Lasthaken 7 oder einen anderen Haken am Hubschrauber eingehängt ist, ist in den Schalter 16 eingesteckt und unterbricht damit die elektrische Verbindung des Verzögerungszünders mit der Zündquelle. Das Zündkabel ist kurz unterhalb des Schalters 16 am Halteseil 4 mit einer Klemme 15 befestigt. Während des Anflugs des Hubschraubers von der Aufnahmestelle für den Löschsack bis zur Abwurfstelle ist die Verbindung zwischen Zündquelle 17 und der Steckverbindung 12 ebenfalls durch den Kippschalter 13 unterbrochen, um zu verhindern, daß der Zünder durch unbeabsichtigtes Herausrutschen des Plastikflachkeils aus dem Schalter 16 frühzeitig aktiviert wird.

Befindet sich der Hubschrauber an dem für den Abwurf vorgesehenen Ort in der der Länge des Halteseils, der Dauer der Verzögerung für den Zünder und der gewünschten Detonationshöhe über dem Erdboden entsprechenden Höhe, wird zunächst durch Betätigung des Kippschalters 13 die Steckverbindung 12 unter Spannung gesetzt. Anschließend wird das Halteseil 4 am Lasthaken 7 des Hubschraubers ausgeklinkt. Wegen der Fixierung des Zündkabels am Halteseil mittels der Klemme 15 wird durch die Fallbewegung zunächst der Plastikflachkeil, der durch seine Verbindung mit dem Hubschrauber zurückgehalten wird, aus dem Schalter 16 gezogen. Dadurch wird der elektrische Kontakt zwischen Zündquelle und Verzögerungszünder hergestellt, und der Zünder wird aktiviert. Kurze Zeit später wird durch die fortlaufende Fallbewegung der Flachstecker aus der Flachsteckdose gezogen, womit die sog. In-cockpit-Komponente, bestehend aus Zündquelle, Kippschalter, Leitung und Flachsteckdose, durch den Abwurf mechanisch nicht belastet wird und sofort für den nächsten Löscheinsatz wieder

- 11 -

zur Verfügung steht. Dabei ist nur darauf zu achten, daß das Zugseil 14 zur Befestigung des Plastikflachkeils so kurz gewählt wird, daß der Steckkontakt erst nach dem Herausziehen des Keils aus der Kontaktklemme gelöst wird. Andernfalls bliebe die elektrische Aktivierung des Zünders aus und damit die gewünschte Detonation des Sprengsacks.

Durch die Detonation der Sprengladung im Sprengsack entsteht, wie schon beschrieben, ein auch als Löschwolke bezeichneter Nebel aus feinstverteilten Wassertröpfchen. Diese Löschwolke breitet sich im wesentlichen kugelförmig aus. Eine Bewegung von Wassertröpfchen vom Brandherd weg nach oben ist im allgemeinen aber nicht erwünscht, und eine im wesentlichen halbkugelförmige Löschwolke, bei der alle Wassertröpfchen nach unten zum Brandherd und dessen Umgebung hin gerichtet sind, ist sehr viel wirksamer. Eine solche im wesentlichen halbkugelförmige Löschwolke ist in Fig. 3 schematisch veranschaulicht, sie läßt sich dadurch erreichen, daß das Löschwasser 3 innerhalb des Sprengsacks 1 mit einer dünnen Folie 9 aus Kunststoff, Papier o.dgl. abgedeckt ist (Fig. 1). Diese Folie kann lose auf das Löschwasser aufgelegt sein, sie kann aber auch punktwiese am Sprengsack so befestigt sein, daß genügend Öffnung zum Einfüllen des Löschwassers in dem Sprengsack verbleibt.

### Ansprüche

- 1.) Verfahren zur Brandbekämpfung aus der Luft, indem Löschwasser mittels Luftfahrzeugen, vorzugsweise Hubschraubern, in den Brandherd eingebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Löschwasser kurz oberhalb des Brandherdes durch Sprengung zu einem wolkenartigen Nebel aus mikroskopischen Tröpfchen zerstäubt wird.
- 2.) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein mit dem Löschwasser gefülltes Behältnis mit zerplatzbarer Wandung, in dem innerhalb des Löschwassers eine Sprengladung mit Zünder angeordnet ist, kurz oberhalb des Brandherdes zersprengt wird.
- 3.) Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Sprengladung ein hochbrisanter Sprengstoff in einer Menge gewählt wird, die ausreicht, den Wassertröpfchen eine Anfangsgeschwindigkeit von mindestens 5.000 m/s zu erteilen.
- 4.) Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Behältnis von einem Hubschrauber aus oberhalb des Brandherdes abgeworfen und daß während des freien Falls kurz oberhalb des Brandherdes die Sprengladung gezündet wird.
- 5.) Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehr Hubschrauber im Abstand einer Wirkungsbreite der Löschwolke gleichzeitig je ein Behältnis abwerfen und zur Detonation bringen, vorzugsweise koordiniert über Funk.

- 13 -

6.) Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch einen Sprengsack (1) aus dünnwandigem Kunststoff in Form einer Blase oder eines Tropfens zur Aufnahme des Löschwassers (3) und eine etwa mittig innerhalb des Löschwassers gehaltene, ebenfalls blasen- oder tropfenförmige Sprengladung (2) mit Zünder, wobei der Sprengsack mittels eines Halteseils (4) abwerfbar an einem Hubschrauber (10) anhängbar ist.

7.) Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine reflektierende Hitzeschutzschicht (12) an der unteren, dem Brand zugeneigten Seite des Sprengsacks (1) angebracht ist.

8.) Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Löschwasser (3) innerhalb des Sprengsacks (1) mit einer dünnen Folie (9) abgedeckt ist.

9.) Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Zünder der Sprengladung (2) ein auf eine vorbestimmte Fallhöhe einstellbarer Verzögerungszünder ist, der über ein vom Hubschrauber abtrennbares Zündkabel (11) mit einer Zündquelle (17) im Hubschrauber verbunden und simultan mit dem Abwurf des Sprengsacks (1) aktivierbar ist.

10.) Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß nahe dem oberen Ende des Halteseils (4) mindestens ein kleiner Bremsfallschirm (6) am Halteseil angebracht ist, welcher das Halteseil während der Fallphase daran hindert, den Sprengsack zu überholen.

1/3

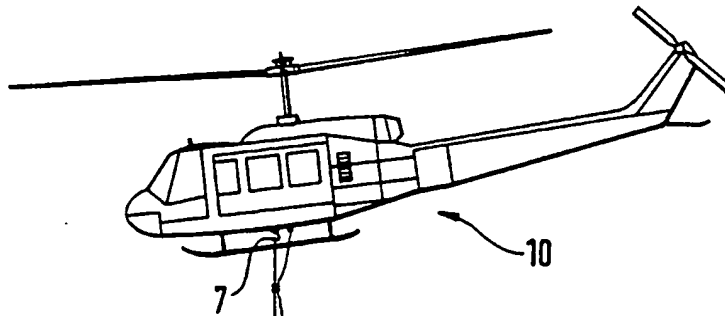


FIG. 1

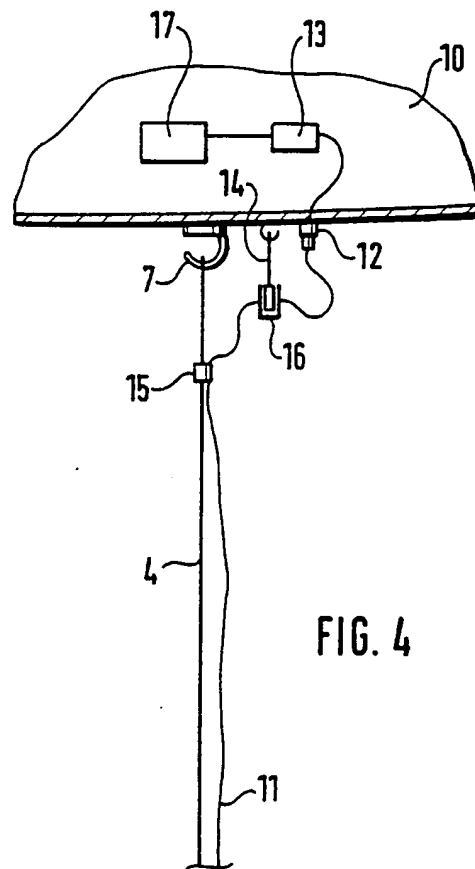
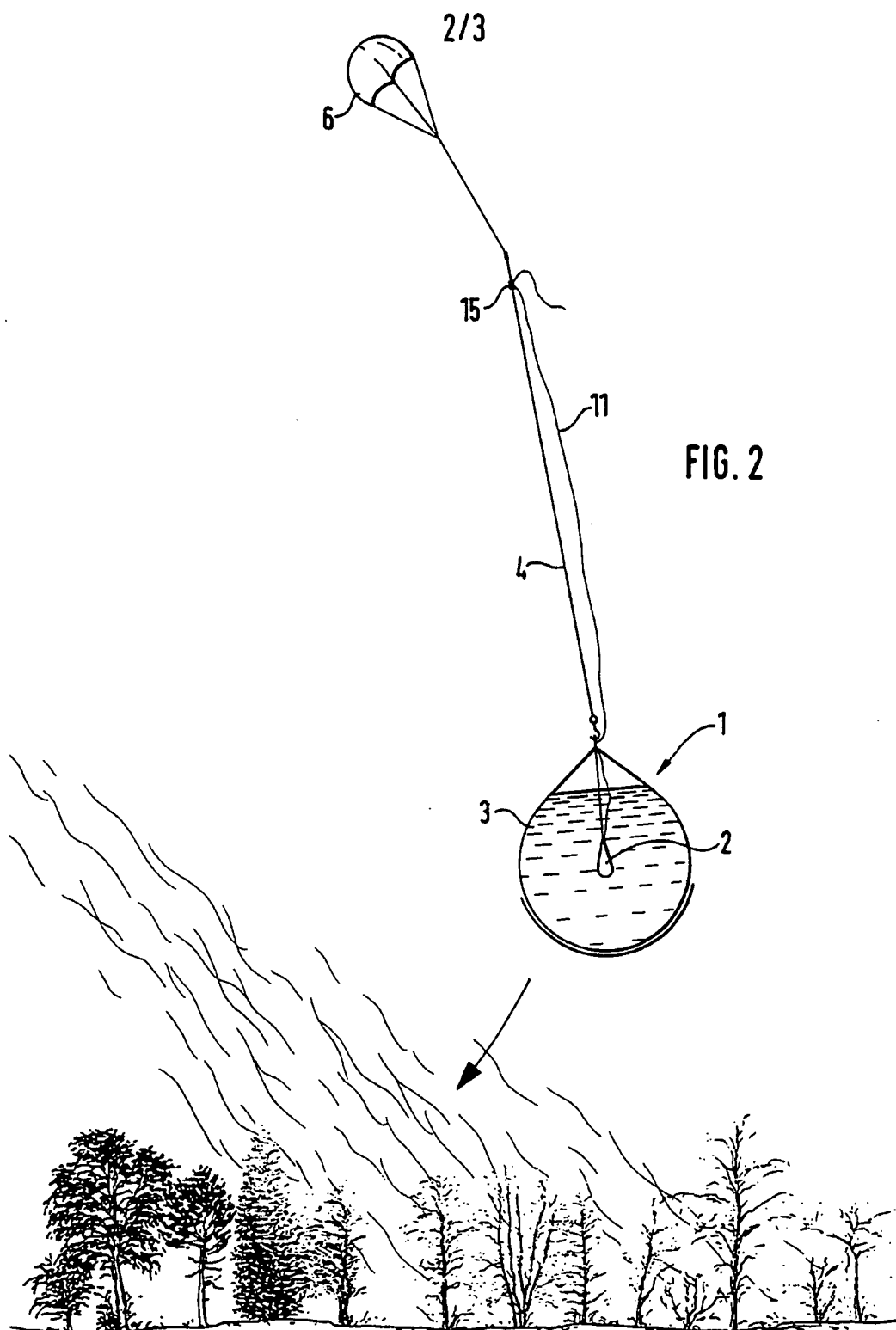


FIG. 4





3/3

FIG. 3

